



COURS DE RÉSEAUX

SÉRIE 04

OBJECTIF PÉDAGOGIQUE :

À L'issue de ce cours, le stagiaire doit être capable, de connaître le modèle de référence OSI ainsi la description des couches réseaux.

PLAN DE LA LEÇON :

INTRODUCTION

I- LE MODÈLE DE RÉFÉRENCE OSI

- 1 - Principe d'OSI et la norme ISO
- 2 - Couches fonctionnels

II- ÉVOLUTION DU MODÈLE OSI

III- TRANSMISSION DE DONNÉES À TRAVERS LE MODÈLE OSI

INTRODUCTION

L'évolution de l'informatique et la multiplication des terminaux nécessitaient une coordination des normes de façon faciliter les échanges à travers toutes les interfaces et à engendrer, grâce à des protocoles normalisés, une synergie entre informatique et télécommunications.

Le développement précoce des réseaux été désorganisé de plusieurs façon. le début des années 80 a vu des augmentations énormes du nombres et de la taille de réseaux .Car les compagnies s'ont rendu compte des avantages d'utiliser la technologie de gestion de réseau, des réseaux ont été ajoutés ou étendus presque aussi rapidement que de nouvelles technologies de réseau ont été présentées .

Au milieu des années 80, ces compagnies ont commencé à éprouver des problèmes de l'extension rapide. Juste comme les gens qui ne parle pas la même langue on la difficulté communiquant l'un avec l'autre ,il était difficile pour réseaux qui ont utilisé différentes caractéristiques et réalisations pour échanger l'information .le même problème s'est produit avec les compagnies qui développaient des technologies privées ou propriétaires de gestion de réseau.la propriété signifie qu'un ou un petit groupe de compagnies contrôle toute l'utilisation de la technologie.les technologies de gestion de réseau suivant strictement des règles de propriété ne pourraient pas communiquer avec des technologies qui suivaient des règles de propriété ne pourraient pas communiquer avec des technologies qui suivaient des règles de propriété différentes .

Le modèle OSI (Open System Interconnexion) a été créé à l'initiative de l'ISO (organisation mondiale de normalisation) avec le concours de l'UIT-T vers 1984 pour faciliter les échanges entre terminaux informatique de toute origine et de toute performance. L'évolution des réseaux et des services a modifié les premiers concepts de ce modèle.

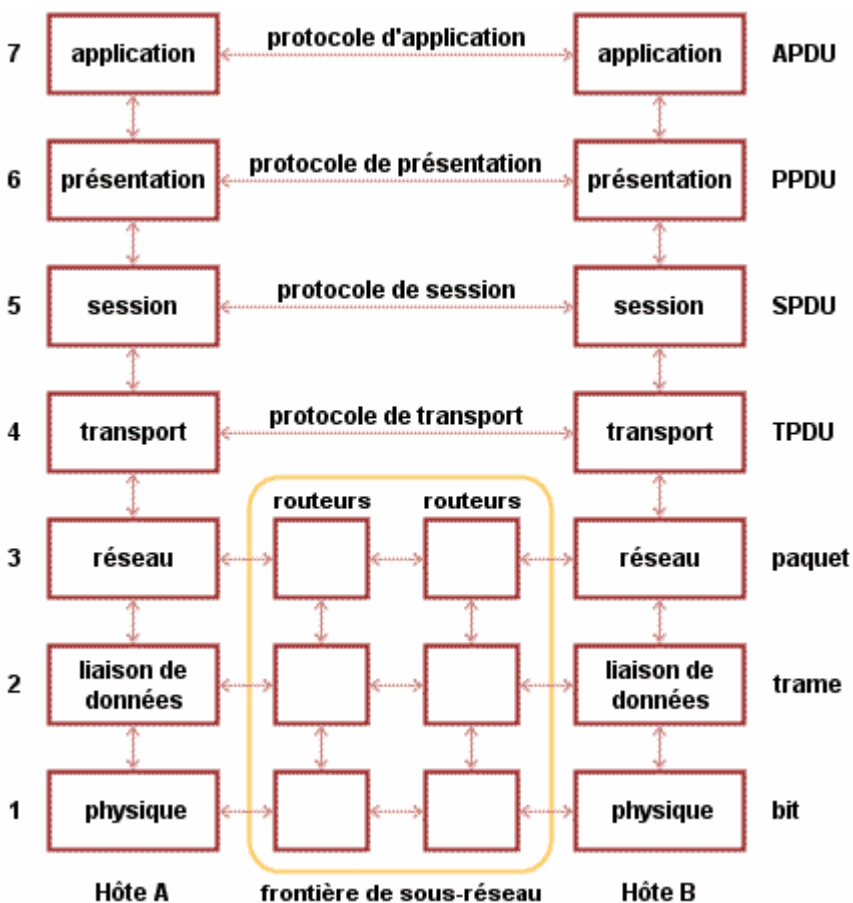
I- LE MODÈLE DE RÉFÉRENCE OSI :

1- Principe d'OSI et la norme ISO :

OSI = Open Systems Interconnexion

Comprendre le modèle OSI est la clé pour comprendre les réseaux.

Le **modèle OSI** est un modèle théorique qui comprend 7 couches ayant chacune un rôle précis.



Les principes qui ont conduit à ces 7 couches sont les suivants :

- Une couche doit être créée lorsqu'un nouveau niveau d'abstraction est nécessaire,
Chaque couche a des fonctions bien définies, les fonctions de chaque couche doivent être choisies dans l'objectif de la normalisation internationale des protocoles, Les frontières entre couches doivent être choisies de manière à minimiser le flux d'information aux interfaces,
- Le nombre de couches doit être tel qu'il n'y ait pas cohabitation de fonctions très différentes au sein d'une même couche et que l'architecture ne soit pas trop difficile à maîtriser.

Chaque protocole est situé dans une couche précise du modèle OSI:

- **Disposition en couches :**

Pour permettre la communication entre tout type de terminal de données, les différentes fonctionnalités possibles utilisées dans le processus de communication ont été définies. Elles ont été regroupées en famille de fonctions (on parle de *couches*), de sorte que des composants et les logiciels puissent être réalisés pour constituer les fonctions demandées, avec indication des repères physiques. L'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (ISO) est structurée en sept couches fonctionnelles, normalisées par l'ISO et l'UIT-T (dans la série X.200). Les principes de cette structuration peuvent être résumés ainsi :

- 1) Ne pas créer un nombre de couches trop complexes.
- 2) Créer des couches distinctes pour traiter les fonctions différentes sur le plan du traitement et de la technologie.
- 3) Rassembler les fonctions similaires dans la même couche, créer une limite en un point où le nombre d'interactions à travers la frontière peut être réduit.

- 4) Permettre des changements de fonction dans une couche sans influencer les autres.
- 5) Créer, pour chaque couche, des interfaces avec la couche immédiatement supérieure et la couche immédiatement inférieure.
- 6) Regrouper les fonctions à l'intérieur d'une couche pour former des sous-couches au cas où des services de communication le nécessiteraient.
- 7) Créer des couches qui mettent en relation des entités homologues grâce à un protocole de couche, les points d'accès étant définis par des conventions d'adressage.

- Analogie de représentation :

La structuration fonctionnelle de couches des protocoles du modèle OSI peut être symbolisée par le schéma suivant, relatif à la transmission de courrier postal, selon un trajet descendant, puis montant. Une lettre a sa présentation propre et elle peut traiter de plusieurs thèmes (sessions).

La lettre est mise sous enveloppe et postée par l'expéditeur à l'extrémité du système de transport. Le facteur l'a porte au bureau central qui l'expédie de station en station jusqu'au bureau central de destination.

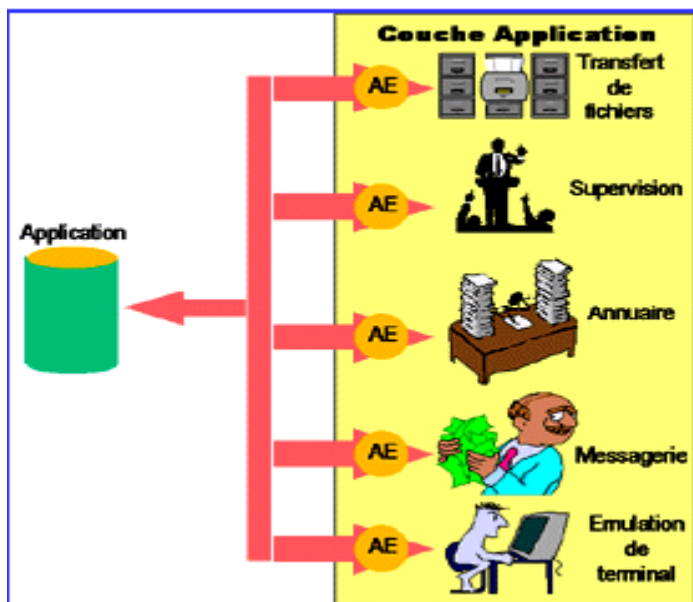
À aucun moment, la lettre n'est lue par les agents du réseau (l'application n'est pas du ressort du réseau). Le transport de station à station (support physique, couche 1) est effectué par les voies d'acheminement existantes (air, fer, eau, route). Chaque agent ne prend connaissance que du niveau dont il traite (les couches 2 et 3 matérialisent les adresses de destination des trains, des sacs, des liasses d'enveloppes, etc.).

À l'arrivée, le facteur remet le pli dans la boîte à lettre du destinataire et c'est ce dernier (et lui seul) qui prend connaissance du message (couche 4). Dans ce parallèle, le rôle des facteurs de départ et d'arrivée symbolise celui dévolu au système numérique du réseau d'accès

| | | | |
|--------------|---|---|---|
| Application | 7 | Sujet de la lettre postée | "Je vous écris au sujet de ..." |
| Présentation | 6 | Conventions de présentation | "Paris, le 2 janvier, cher Monsieur, |
| Session | 5 | Services de la facturation | "je vous signale que le service..." |
| Transport | 4 | Règles de dialogue entre les deux parties prenantes | Enveloppe au nom du destinataire, cachetée par l'expéditeur |
| Réseau | 3 | Guichet postal tri du courrier par l'exploitant | Tri des lettres et routage dans les centres |
| Liaison | 2 | Contrôle de la liaison, sacs fermés | Sac postal fermé avec indication du nombre d'objets recommandés |
| Physique | 1 | Fourgon postal | Acheminement air, fer, rail |

Figure 1 - Modèle OSI et service postal

2- Couches fonctionnelles :



2.1 Couche application (application layer) :

Une application réseau a deux morceaux: client et serveur

Client:

- Initie le contact avec le serveur (“parle en 1er”)
- Demande un service
- Web: client implanté dans le navigateur; e-mail: dans l'utilitaire de mail

Serveur:

- Fournir les services demandés aux clients
- Ex : le serveur Web envoie la page Web demandée, le serveur de mail délivre le courrier

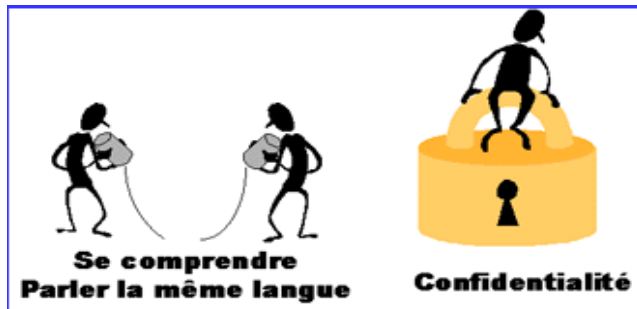
La couche Application est la dernière couche du modèle OSI. Elle regroupe les services qui traitent des aspects sémantiques de l'Application dans un système réparti. Les autres aspects (syntaxiques et de gestion de dialogue) sont définis respectivement dans les couches Présentation et Session. Les trois couches sont étroitement liées.

C'est l'interface entre les processus utilisateurs et le monde OSI. Les organismes de normalisation ont défini des fonctions génériques à différentes applications et des fonctions spécifiques. Un ensemble d'éléments de services ont vu le jour dont la combinaison et la coordination permettent la conception d'applications dans un environnement réparti. Une structure modulaire (et non hiérarchique) de la couche Application a été définie: ALS (Application Layer Structure - ISO 9545).

La normalisation ne concerne que la communication entre entités d'application et en aucun cas la réalisation réelle des opérations de l'application. Ainsi dans la normalisation d'un transfert de fichiers, la lecture réelle ou l'écriture réelle des données sur disque n'est pas du ressort de la couche Application.

2.2 Couche présentation (présentation layer) :

- Assure l'adaptation des données entre les systèmes hétérogènes
- Gérer la représentation des données



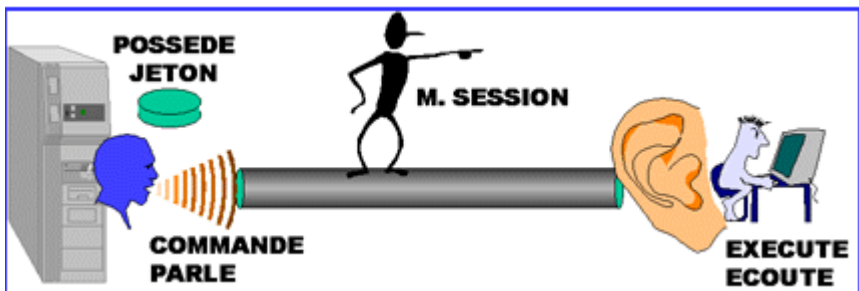
Le modèle OSI est conçu pour faciliter l'interconnexion de systèmes ouverts ! Mais ces systèmes sont bien souvent hétérogènes, ils utilisent d'ailleurs bien souvent des modèles de représentation des données qui sont différents. Pour certains systèmes il faudra de plus implémenter un système de cryptage des données (notamment dans le cas des applications de traitements bancaires ou même pour le Télécommerce sur Internet !).

La couche présentation assure ces fonctions.

La couche Présentation autorise entre-autres :

- La négociation de syntaxes de transfert
- La conversion de syntaxes locales en syntaxes de transfert
- L'utilisation d'une syntaxe de transfert normalisée (ASN 1)
- Le cryptage des informations à des fins sécuritaires.

2.3 Couche session (session layer) : La couche session fournit deux services :



La couche Session (niveau 5 du modèle OSI) est la première couche qui ne s'occupe plus du transfert de données. À partir de ce niveau, les services sont orientés Application.

Les entités de la couche Session utilisent les services transport (aux TSAP) et offrent leurs services aux entités de la couche Présentation (aux SSAP).

L'existence de cette couche est due essentiellement à l'ISO. En effet, les services offerts ont été intégrés dans d'autres architectures (par ex. celle du DOD), soit au niveau Transport, soit au niveau Application. En constituant cette couche, l'ISO permet de se focaliser sur les fonctions les plus communs de gestion d'une Session Applicative, indépendamment des Applications elle-même.

Le rôle de cette couche est de fournir aux utilisateurs (entités de présentation ou parfois directement les processus des utilisateurs finaux) les outils nécessaires pour:

- Gérer l'échange de données;
- Organiser et synchroniser le dialogue;

La couche session fournit des services orientés connexion basés sur des outils que nous pouvons regrouper dans les trois catégories suivantes:

- Gestion de la connexion;
- Gestion du dialogue;
- Gestion des incidents;

Les standards définis par l'ISO et le CCITT (ITU) sont:

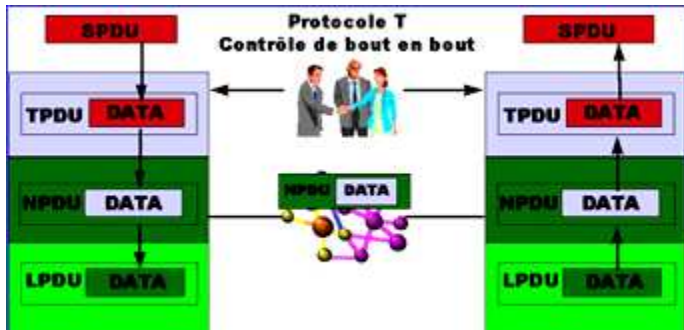
- Définition du service Session (ISO 8326 / X.215);
- Spécification du protocole Session (ISO 8327 / X.225)

Les entités de la couche Session fournissent les services suivants:

- Établissement de connexion.
- Libération de connexion.
- Échange de données normales.
- Échange de données express.
- Gestion du dialogue.
- Échange de données typées.

- Gestion des activités.
- Synchronisation de l'échange.
- Rapports d'anomalies.

2.4- Couche transport (transport layer) :



Nous avons vu, précédemment, qu'une communication à travers un réseau (couche 3) pouvait s'établir en mode connecté ou pas. Que la couche 2 pouvait laisser passer des erreurs de transmissions (taux d'erreurs résiduels) ou que le contrôle de flux n'était pas obligatoirement réalisé au niveau réseau. Ces quelques fonctions peuvent cependant être nécessaires à un bon échange entre entités informatiques. La couche Transport permet donc de les mettre en œuvre

La couche 4 est souvent considérée comme une couche d'interface entre le domaine informatique dont les couches 5, 6 et 7 relèvent plutôt, et le domaine téléinformatique (dit sous-réseau de transport) que sont les couches 1, 2, 3 et partiellement 4. La couche 4 ne se contente plus de gérer la communication, elle permet de mettre en relation deux processus distincts entre deux machines. Nous aborderons cette notion dans les fonctions suivantes.

L'unité de données du protocole est appelée la TPDU (Transport Protocol Data Unit) plus connue sous les noms de « segments ou paquets».

Cette TPDU est encapsulée dans la NPDU du niveau 3.

Fonctions :

1 - Connexions entre processus :

Le contrôle de flux :

Le contrôle de flux est la technique qui consiste à donner la possibilité à un récepteur, quand il est surchargé, d'interrompre le flux de données de l'émetteur. Le sujet est particulièrement vaste, car la gestion de flux peut-être implémentée aux niveaux 1, 2, 3, 4 et 5. Rien que ça ! Cependant selon le niveau où on la trouvera, elle n'aura pas la même portée, ainsi :

- Une gestion de flux de niveau 1 ou 2, ne régule le flux qu'entre deux équipements adjacents
- Une gestion de flux de couche 3 régulera le flux entre des équipements de réseaux (commutateurs, commutateurs-stations clientes), ou entre machine d'extrémité du réseau (les deux machines clientes en relation)
- Une gestion de flux de niveau 4, régule les flux de chaque connexion de niveau 4 établie entre deux machines.

Les techniques de gestion de flux sont nombreuses mais quelques unes sortent du lot :

- Au niveau 1, on trouvera la gestion de flux par fils de jonctions (**RTS et DTR**) appelée aussi gestion par 105 ou 108. Cette technique ne peut être mise en œuvre qu'entre des équipements séparés par un support au plus, ou directement raccordés par une jonction.
- Lorsque la transmission est en mode caractère (asynchrone) on utilise généralement la technique du **XON/XOFF** qui est deux caractères de la grille ASCII. Le **XOFF** est émis par le récepteur vers l'émetteur pour stopper la transmission, le **XON** pour la relancer.
- Au niveau 2 on trouve essentiellement le mode de gestion par fenêtrage. Qui consiste à laisser la possibilité à l'émetteur d'émettre un nombre défini de trames sans recevoir

d'acquiescement. Le nombre en question définit la fenêtre d'anticipation autorisée.

- Lorsque l'émetteur a émis toute la fenêtre autorisée il s'arrête jusqu'à réception d'une trame d'acquiescement lui recouvrant sa fenêtre. C'est la méthode utilisée dans les procédures découlant d'HDLC.
- Au niveau 3 on peut utiliser la même technique. En X25 la gestion de flux est dite de proche en proche. A savoir que la fermeture de fenêtre va progressivement remonter du destinataire final vers son commutateur de rattachement, puis vers les commutateurs de transit, puis le commutateur de rattachement de l'émetteur, pour enfin aboutir à l'émetteur. Chaque équipement aura utilisé les possibilités de fenêtres et le réseau aura donc finalement bufferisé un certain nombre de paquets.
- Au niveau 4, la technique de fenêtre d'anticipation est aussi utilisée. En TCP la technique retenue consiste à ouvrir une fenêtre en nombre d'octets. Lors d'un acquiescement le récepteur indique à l'émetteur combien d'octets il peut lui émettre.

2.5- Couche réseau (network layer) :

La couche réseau s'appuie sur la couche liaison et peut lui dédier certaines fonction (exemple : contrôle d'erreurs).

➤ Caractéristique :

Suivant le type de réseau, le service de la couche réseau peut être :

- Fiable (sans prêt, ni duplication)
- Non fiable

Les protocoles de la couche réseau peuvent fonctionner selon deux modes :

1. Mode non connecté : (circuit virtuel)

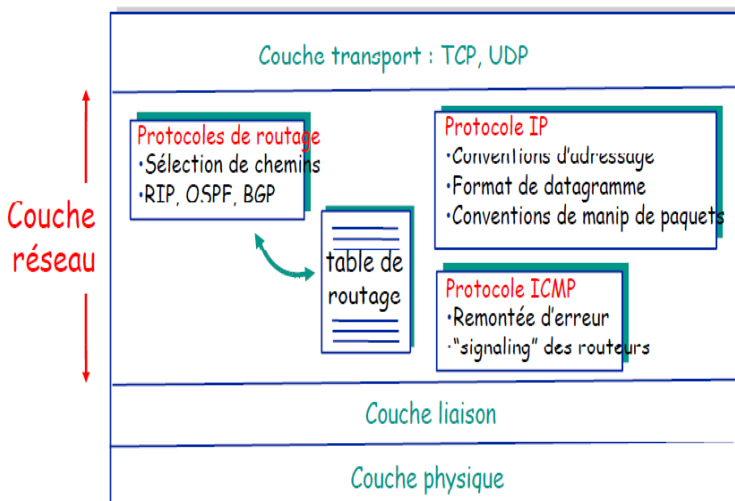
- 3 phases :
 - Etablissement d'une connexion
 - Transfert de la connexion
 - Libération de la connexion
- Service fiable
- Complexe et chemin dédié

2. Mode connecté : (datagramme)

- 1 seule phase : transfert des données
- Service non fiable
- Simple
- Plusieurs chemins possibles

➤ **Trois fonctions importantes :**

- Détermination du chemin : route prise par les paquets de la source au destinataire. Algorithmes de routage
- Commutation : aiguiller les paquets de l'entrée du routeur vers la sortie appropriée
- Établissement d'appel : dans certains réseaux, avant le transfert des données



2.6- Couche liaison de données (data Link layer) :

Assurer le transfert de blocs de données entre équipements directement connectés avec un taux d'erreurs résiduelles négligeables.

Le support n'est pas parfait, loin s'en faut ! Il peut se rompre ou générer des erreurs de transmission, il faut donc le contrôler, c'est le rôle de la couche 2.

Dans cette définition les mots importants sont :

- **Blocs de données** : qui suppose que la PDU n'est plus un EB, mais un ensemble d'EB structurés en blocs (un bloc, une trame, une cellule, etc...).
- **Equipements directement connectés** : car à un support correspond une et une seule couche 2, indépendante d'une autre couche 2, qui surveille un autre support. Attention ! Ces deux couches peuvent employer le même protocole, mais il n'y a aucune interaction entre-elles.
- **Taux d'erreurs résiduelles** : qui suppose en premier lieu que la couche 2 peut contrôler les erreurs par un mécanisme du protocole, et qu'en deuxième lieu il existe un certain nombre d'erreurs non détectées (les erreurs résiduelles). Il sera dans ce cas possible de faire d'ultimes contrôles d'erreurs dans les couches supérieures

D'autres fonctions de la couche 2:

- La correction d'erreurs (car nous n'avons parlé ici que de détection d'erreurs),
- Le contrôle de flux,
- L'adressage,
- La gestion d'accès au support (le MAC pour les fins connaisseurs),
- La gestion de connexion,
- Et puis, et puis ...

2.7 Couche physique (physical layer) :

La couche physique est chargée de la transmission effective des signaux électriques ou optiques entre les interlocuteurs. Son service est généralement limité à l'émission et la réception d'un bit ou d'un train de bits continu (notamment pour les supports synchrones comme la fibre optique).

Cette couche est chargée de la conversion entre bits et signaux électriques ou optiques.

Elle est en pratique toujours réalisée par un circuit électronique spécifique



Les éléments physiques et logiciels concernant les fonctions de cette couche se situent, pour partie dans le contrôleur de communication du DTE, et pour partie sur la jonction et le DCE. Même si le rôle paraît simple, croyez bien que les techniques et fonctions à mettre en œuvre pour envoyer un malheureux "0" ou "1" sur un fil vers l'Australie sont complexes et nombreuses.

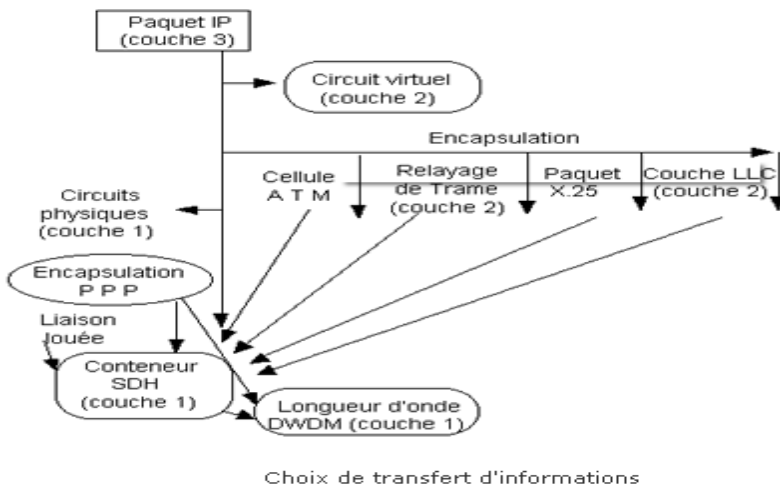
- Sérialiser le signal
- Synchroniser le signal
- Gérer le dialogue entre le DTE et le DCE
- Adapter le signal au support
- Transformer une suite de bits en signaux (et inversement)
- S'adapter au canal de communication
- Partager le canal de communication

Réalisation pratique :

Chaque couche du modèle ajoute des informations de service aux données utilisateur. Chaque couche "n" reçoit des informations de la couche "n-1" à faire passer au niveau supérieur "n +1" ainsi que des informations de service qui lui sont nécessaires. L'information utile est transmise à travers les couches comme si les couches n'existaient pas.

Les en-têtes marqués par la lettre H (headers) correspondent aux informations apportées par chaque couche fonctionnelle. Ces "en-têtes" sont définis sous forme d'octets.

Le trafic de données se présente en rafales ou en diffusion. Le jeu des demandes et des réponses conduit souvent à un transport de flux asymétriques. L'ouverture de nouveaux services de données, d'images et de sons crée une situation nouvelle. On pourrait croire que la multiplication des en-têtes nécessaires à chaque couche pénalise le transfert d'informations. Ce qui a été le cas dans les débuts de la téléinformatique n'est plus de mise aujourd'hui, le transfert d'information utilisant la compression d'adresses, l'électronique ultra rapide et des agencements dans le routage qui simplifient beaucoup la gestion des adressages. La figure 4 reflète des choix d'acheminement possibles utilisant les trois premières couches du modèle OSI.



II- ÉVOLUTION DU MODELE OSI :

Le système OSI a donné une impulsion favorable à l'interconnexion des systèmes numériques de communication. Mais le "tout OSI" est lourd à mettre en place du fait de la charge de travail de tests et de validation nécessaires, de l'évolution permanente de la normalisation, de l'existence d'options ou de combinaisons de normes difficiles à gérer.

Il est plus simple, en radio, par exemple, de fondre en une seule entité les deux premières couches. Les LAN demeurent pénalisés par le protocole Ethernet qui n'est pas totalement OSI, etc. Comme les variantes des couches transport et session ont eu peu de succès, il est plus facile de placer directement les applicatifs au dessus de la couche 4.

III- TRANSMISSION DE DONNÉES À TRAVERS LE MODÈLE OSI :

Le processus émetteur remet les données à envoyer au processus récepteur à la couche application qui leur ajoute un en-tête application AH (éventuellement nul). Le résultat est alors transmis à la couche présentation.

La couche présentation transforme alors ce message et lui ajoute (ou non) un nouvel en-tête (éventuellement nul). La couche présentation ne connaît et ne doit pas connaître l'existence éventuelle de AH ; pour la couche présentation, AH fait en fait partie des données utilisateur. Une fois le traitement terminé, la couche présentation envoie le nouveau "message" à la couche session et le même processus recommence.

Les données atteignent alors la couche physique qui va effectivement transmettre les données au destinataire. À la réception, le message va remonter les couches et les en-têtes sont progressivement retirés jusqu'à atteindre le processus récepteur :

